

文章编号:1671-251X(2014)10-0072-03

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.10.019

张海军,胡晨骏,凡娜.选煤厂设备运行状态综合评判系统设计[J].工矿自动化,2014,40(10):72-74.

# 选煤厂设备运行状态综合评判系统设计

张海军<sup>1</sup>, 胡晨骏<sup>2,3</sup>, 凡娜<sup>4</sup>

(1. 山西霍尔辛赫煤业有限责任公司, 山西 长治 046000;

2. 中国矿业大学 物联网(感知矿山)研究中心, 江苏 徐州 221008;

3. 中国矿业大学 信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008; 4. 开封市邮政局, 河南 开封 475000)

**摘要:**针对采用参数阈值法不能实时判断选煤厂设备运行状态的问题,设计了一种选煤厂设备运行状态综合评判系统。该系统首先选定评判指标并对其进行状态描述,然后建立各评判指标的隶属函数,确定各评判指标权重,最后通过模糊综合评判计算设备运行状态分数,根据状态分数预测设备运行状态的发展趋势,同时为检修工作提供对策支持。

**关键词:**选煤厂;设备运行状态;综合评判;趋势预测;检修对策

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Design of comprehensive running state evaluation system for  
equipment in coal preparation plant

ZHANG Haijun<sup>1</sup>, HU Chenjun<sup>2,3</sup>, FAN Na<sup>4</sup>

(1. Shanxi Houerxinhe Coal Co., Ltd., Changzhi 046000, China; 2. Internet of Things (Perception Mine) Research Center, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China;

3. School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China; 4. Kaifeng Post Office, Kaifeng 475000, China)

**Abstract:**For problem that it cannot real-timely judge running state of equipment in coal preparation plant by use of parameter threshold method, a comprehensive running state evaluation system for equipment in coal preparation plant was designed. The system selects evaluation indexes and describes state of the evaluation indexes, then establishes membership function and determines weight of each evaluation index, finally calculates running state value of equipment through fuzzy comprehensive evaluation, so as to predict development trend of running state of equipment according to the state value, and provide countermeasure support for maintenance work.

**Key words:** coal preparation plant; running state of equipment; comprehensive evaluation; trend prediction; maintenance countermeasure

## 0 引言

目前对选煤厂设备运行状态的判断往往采用参数阈值法,即当设备出现故障、参数达到预先设定的阈值时,系统发出报警。该方法偏重于事后维修,不

能实时观察设备的运行状态,实现状态检修<sup>[1-2]</sup>。因此,本文设计了一种选煤厂设备运行状态综合评判系统。该系统通过对设备运行数据的处理,可实现对设备运行状态的综合评判、运行趋势的预测分析及结果输出等操作,辅助选煤厂的设备维护人员合

收稿日期:2013-12-26;修回日期:2014-08-15;责任编辑:盛男。

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2012BAH12B01,2012BAH12B02)。

作者简介:张海军(1975—),男,山西阳城人,工程师,主要从事矿山机电方面的工作,E-mail:chlangren@163.com。

理安排工作内容。

1 系统总体结构

选煤厂设备运行状态综合评判系统分为综合评判模块、趋势预测模块、检修对策模块,其总体结构如图 1 所示。其中综合评判模块为系统的核心模块,包括评判准备工作、各评判指标权重的确定、模糊综合评判、结果输出 4 个部分。

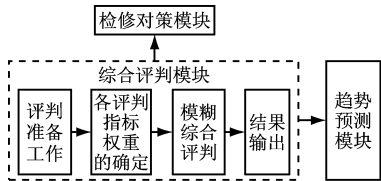


图 1 选煤厂设备运行状态综合评判系统总体结构

选煤厂设备监测人员将设备的监测数据输入系统,综合评判模块根据评判准备工作中输入的因素集、评语集和隶属函数,以及各评判指标权重进行模糊综合评判,并输出评判结果。根据评判结果的状态分数判断设备运行状态,实施相应的检修对策。同时根据设备历史运行状态分数选择合适的数学函数进行拟合,从而计算设备未来状态分数,完成设备运行状态趋势预测。

2 系统功能模块

2.1 综合评判模块

2.1.1 评判准备工作

评判准备工作包括因素集、评语集的建立和隶属函数的录入、删除和修改。

(1) 因素集。要对设备的运行状态做出综合评判,首先要确定能表征设备运行状态的因素,即评判指标。以兴隆庄选煤厂 98A 鼓风机为例,可建立评判因素集: $U=\{U_1,U_2\}=\{\text{振动信号,温度}\}$ ;  $U_1=\{U_{11},U_{12},U_{13},U_{14}\}=\{\text{烈度,峭度,有效值,峰值}\}$ 。其中烈度、峭度、有效值、峰值为一级评判指标;振动信号、温度为二级评判指标。

(2) 评语集。建立因素集后需要建立评语集,即表示设备运行状态的文字描述,一般划分为良好、一般、注意、较差 4 种情况,可表示为  $V=\{v_1,v_2,v_3,v_4\}=\{\text{良好,一般,注意,较差}\}$ ,并规定  $v_1=100$ ,  $v_2=80$ ,  $v_3=60$ ,  $v_4=40$ 。

(3) 隶属函数。从图形的简单性及计算的简易度考虑,系统选用半梯形和三角形分布函数建立各评判指标的隶属函数<sup>[3]</sup>,确定各评判指标的隶属度值。半梯形和三角形隶属函数分布如图 2 所示。

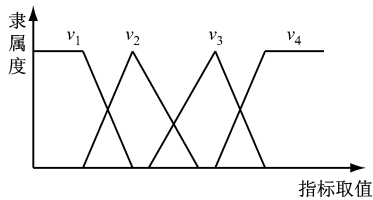


图 2 半梯形和三角形隶属函数分布

2.1.2 各评判指标权重的确定

各评判指标权重的确定具体包括评价输入、权重初值确定、一致性检验、归一化处理、评价矩阵调整及权重值输出等,其流程如图 3 所示。首先输入专家对各评判指标重要度的评价得到评价矩阵,然后选择层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)<sup>[4]</sup> 确定各评判指标权重的初值,建立权重向量。对权重向量进行一致性检验,如果不满足要求时需要调整评价矩阵,重新计算权重初值,直到达到满意的一致性为止。对符合一致性的权重向量进行归一化处理,输出满意的权重。

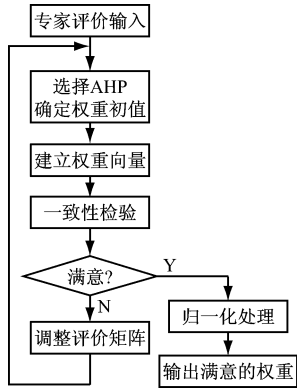


图 3 评判指标权重计算流程

2.1.3 模糊综合评判

模糊综合评判的主要作用是对数据进行分析处理,得到最终设备运行状态,其流程如图 4 所示。将采集的设备一级评判指标数据代入隶属函数中,得出一级评判矩阵  $R_1$ ,利用 AHP 计算各评判指标权重向量  $A_1$  和  $A_2$ ,然后计算一级模糊综合评判向量  $B_1$  和  $B_2$ ,并对其进行有效性检测,不满足条件时需要重新返回计算,直到得到有效的结果。由一级模糊综合评判向量组成二级评判矩阵  $R_2$ ,对其进行归一化处理后进入二级模糊综合评判,对结果继续进行有效性检测和归一化处理,最后计算状态分数,输出综合评判结果<sup>[5]</sup>。

2.1.4 结果输出

通过图形和数字的方式实时在线显示设备运行状态评判结果,以 98A 鼓风机为例,其主界面如图 5 所示。

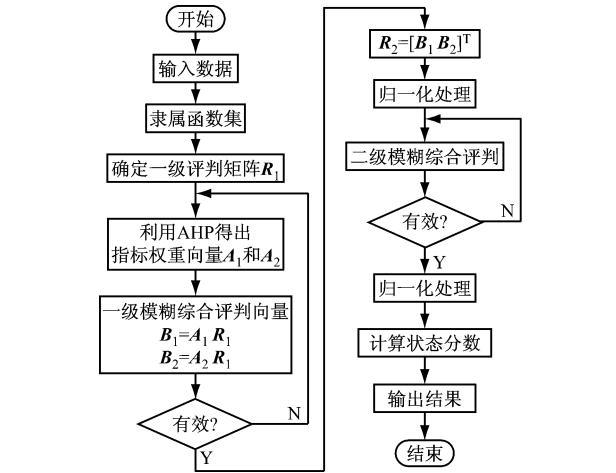


图 4 模糊综合评判流程

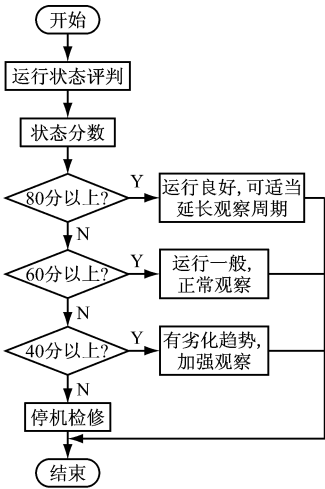


图 6 检修对策流程

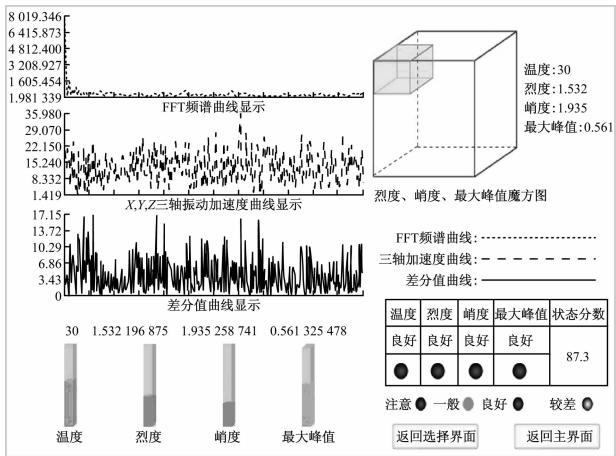


图 5 设备运行状态显示界面

2.2 趋势预测模块

根据历史状态分数可预测设备运行状态的发展趋势。首先输入样本数据，根据数据分布图选择拟合模型，计算方程系数得曲线方程，然后代入待测点数据及待测时间，计算待测时刻待测点状态分数，最后绘制出设备运行状态趋势曲线。

2.3 检修对策模块

对设备运行状态进行评判后，根据不同的状态分数有不同的检修对策<sup>[6]</sup>，其流程如图 6 所示。当状态分数大于 80 分时表示设备运行状态良好，可适当延长观察周期；当状态分数大于 60 分且小于 80 分时，表示设备运行状态一般，正常观察即可；当状态分数大于 40 分且小于 60 分时，表示设备有劣化趋势，需要加强监测；当状态分数小于 40 分时停机检修。

3 结语

选煤厂设备运行状态综合评判系统通过对设备实时运行数据的采集和分析，可实时快速地了解设备运行状态，并可以直观清晰地显示界面，同时可对设备的运行状态趋势做出预测，为检修工作提供了对策支持，减轻了设备维护人员的工作负担。

参考文献：

[1] 张申,丁恩杰,徐钊,等. 物联网与感知矿山专题讲座之二——感知矿山与数字矿山、矿山综合自动化[J]. 工矿自动化,2010,36(11):129-132.

[2] 董自强. 点检定修、故障诊断与状态检修的关系[J]. 中国电力,2003,36(10):87-89.

[3] 董振兴,史定国,张冬山,等. 基于灰色理论的机械设备智能状态预测[J]. 华东理工大学学报:自然科学版,2001,27(4):392-394.

[4] 张吉军. 模糊层次分析法(FAHP)[J]. 模糊系统与数学,2000,14(2):80-88.

[5] KWAN C, ZHANG X, XU R, *et al.* A novel approach to fault diagnostics and prognostics[C]//Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, Taipei, 2003:604-609.

[6] KOTHAMASU R, HUANG S H, VERDUIN W H. System health monitoring and prognostics - a review of current paradigms and practices [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2006, 28(9/10):1012-1024.